D 32

D32

Nachrichten

von der

Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften

und der

Georg-Augusts-Universität

zu Göttingen.

16. Juli. **№ 7.** 1884.

Sitzung vom 5. Juli.

18411

Beiträge zur Kenntniß des Stützgewebes der Retina.

Von

P. Schiefferdecker.

Seit einer Reihe von Jahren habe ich mich mit der Untersuchung des Stützgewebes der Retina in den verschiedenen Klassen der Wirbelthiere beschäftigt. Mein Hauptaugenmerk habe ich dabei auf die radialen Stützfasern und die tangentialen Fulcrumzellen (Wilh. Müller) gerichtet. Die Methode der Untersuchung welche ich anwandte, bestand im Wesentlichen darin, die einzelnen Elemente der Stützsubstanz auf das Sorgfältigste zu isoliren. Ich benutzte hierzu zunächst dieselbe Methode, welche ich früher für Isolirung der Elemente des Centralnervensystems empfohlen hatte: Einlegen in Ranvier'schen Alkohol, Schütteln in Wasser, Zusatz von Glycerin und concentrirter Lösung von picrocarminsaurem Natron zu der geschüttelten Flüssigkeit in einem Uhrschälchen und Eindicken derselben in einem Schwefelsäuretrockenapparat. Bald darauf aber wandte ich statt des Ranvier'schen Alkohols eine Mischung an, welche ich als Methylmixtur bezeichnen möchte, welche ich durch vielfaches Probiren herausfand und welche bestand aus

Aqu. dest.	20	Vol. Th.
Glycerin	10	„ „
Methylalcohol	1	„ „

Mit dieser erzielte ich ausgezeichnete Resultate. Wie lange

man eine Retina in dieser Flüssigkeit liegen lassen muß, kann man leider im Allgemeinen nicht sagen, es ist das nach den Thiergattungen und wohl auch nach dem Alter verschieden, durchschnittlich jedoch mehrere Tage. Bei vielen Thieren habe ich lange herumprobirt bis ich die richtige Zeit herausfand. Dieser Umstand und die fernere Schwierigkeit manche der zu findenden Dinge zu sehen und sie genau von anderen ähnlichen zu unterscheiden, erschwerte die Untersuchung ungemein und ist der Grund, warum ich in der langen darauf verwandten Zeit doch nicht mehr Thierarten untersuchen konnte als ich untersucht habe. Da es indessen immerhin Thiere aller Klassen sind, so will ich jetzt schon die wesentlichen Resultate hier mittheilen.

Daß außer den Isolationspraeparaten noch Querschnitte und Flächenschnitte der Retina zu Hülfe genommen wurden, ist ja selbstverständlich.

Resultate:

1) Die Stützsubstanz der Retina läßt zwei Hauptsysteme von größeren Zellen erkennen, eines welches die Retina der Dicke nach durchzieht: die radialen Fulcrumzellen, eines, welches sie der Fläche nach durchzieht, die tangentialen Fulcrumzellen.

2) Beide Zellarten liegen mit ihrem protoplasmatischen kerntragenden Theil (soweit sie kernhaltig sind) in der inneren Körnerschichte.

3) Die radialen Fulcrumzellen ziehen bei allen Thieren durch die Retina hindurch von der Limitans interna bis zur externa, haben eine mehr oder weniger stark ausgesprochene Faserform mit dem Bestreben der Enden in feinere Fasern zu zerfallen, die aber nicht anastomosiren, weder unter einander noch mit benachbarten, sind abgeplattet, und lassen in Folge dessen den Kern mehr oder weniger stark aus dem Zellkörper hervortreten. Die äußeren Enden bilden sich verbreiternd die Limitans externa, die inneren sich ebenfalls verbreiternd eine Schicht, in welcher durch Silber, das von der Kittsubstanz stärker reducirt wird, die einzelnen Fußpunktfelder deutlich gemacht werden können. Niemals hängen die Zellen mit den beiden granulirten Schichten irgendwie zusammen, sondern durchsetzen dieselben immer ganz glatt.

4) Der Typus der Zellen in den verschiedenen Klassen ist folgender:

a) Fische (Stör und verschiedene Knochenfische). Die Zellen sind an ihrem inneren Ende nicht verästelt und verbreitern sich gegen das Ende wenig und allmälig. Das äußere Ende zeigt eine

Anzahl feiner Fasern, die unter sehr spitzen Winkeln abgehen. Die Zellen sind im Ganzen zart.

b) Amphibien (Frosch, Kröte). Die Zellen sind kräftig und sehr unregelmäßig in ihrer Form. Die Verbreiterung am inneren Ende ist stark und geschieht ziemlich plötzlich. Die Unregelmäßigkeit der Form liegt einmal darin, daß die Zellen sehr verschieden lang und stark sind, nach den verschiedenen Theilen der Retina, und darin, daß sie mehr oder weniger kurze dornenartige Aeste, sowie membranöse Ausbreitungen tragen. Es kommen ganz lange, ziemlich zarte und glatte Zellen vor, und ganz kurze, starke, dornige. Das Ende vom Kern bis zur inneren Verbreiterung ist theils glatt, theils mit kurzen, manchmal membranös verbreiterten Dornen besetzt, welche dann in die innere granulirte Schicht hineinragen, ohne aber mit ihr zusammenzuhängen. Das äußere Ende zeigt eine mehr oder weniger früh beginnende Endverästelung unter verhältnißmäßig stumpfen Winkeln. Von dem Ende der Zelle zwischen dem Kern und dem Anfange der Endverästelung können wieder kurze Dornen abgehen, die dann in der inneren Körner- oder äußeren granulirten Schichte liegen, oder solche können auch von den Aesten bei früherer Endtheilung ausgehen, oder eben ganz fehlen. Auch sie können wieder membranös verbreitert sein, ebenso wie auch die Endäste membranöse Verbreiterungen tragen können.

c) Reptilien (Chelonia, Emys, Lacerta). Die radialen Zellen sind bei Chelonia und Emys sehr kräftig, bei Lacerta zarter. Sie unterscheiden sich in ihrem Typus sehr wesentlich von den bisher beschriebenen. Das innere Ende der Zelle zerfällt nämlich bei ihnen sehr früh in eine Anzahl (häufig drei) feiner langer Aeste, die dicht am Kern fast gleichzeitig entstehen. Jeder von diesen Aesten ist glatt und durchsetzt für sich die innere granulirte Schicht, jeder verbreitert sich nach seinem inneren Ende allmälig und nicht sehr stark. Nach außen von dem Kern geht die Zelle noch ein Ende ungetheilt und ziemlich dick weiter, gewöhnlich bis zur äußeren granulirten Schicht. Dann tritt auf einmal der Zerfall in die kurzen Endäste ein, welche unter mäßig spitzen Winkeln abgehen und am Ende sich zur Limitans ausbreiten.

d) Vögel (Ente, Huhn, Krähe.) Die radialen Zellen dieser Thiere schließen sich in ihrem ganzen Typus unmittelbar an die der Reptilien an, nur daß sie noch zarter sind als die von Lacerta. Sie würden den Zellen von Lacerta näher stehen als denen der Schildkröten. Auch bei den Zellen der Vögel zerfällt das innere Ende dicht am Kern in eine Anzahl feiner Fasern (auch sehr häufig drei), welche glatt die innere granulirte Schicht durchsetzen und an ihrem

Ende sich allmälig und mäßig stark verbreitern; auch bei den Vögeln geht die Zelle am äußeren Ende ungetheilt gewöhnlich bis zur äußeren granulirten Schicht, um dort in die kurze Endverästelung unter mäßig spitzen Winkeln zu zerfallen, doch kommt es auch vor, daß schon bald hinter dem Kern eine Theilung eintritt, in der inneren Körnerschichte, wobei die Winkel dann gewöhnlich spitzer sind, und es können auch kurze Aestchen in die innere Körnerschicht hineingehen.

e) Säugethiere (Mensch und eine große Anzahl von Thieren). Die Zellen sind in den mittleren Theilen der Retina lang und zart, nach der Peripherie kürzer und kräftiger. Der innere Theil geht einfach und glatt durch die innere granulirte Schicht hindurch und endigt dann entweder ziemlich plötzlich sich verbreiternd oder zeigt gewöhnlicher mehr oder weniger starken Zerfall in kurze Aeste, deren Enden sich wieder verbreitern. Bisweilen finden sich zwischen diesen Aesten Membranen. Das äußere Ende zerfällt gewöhnlich in feine Aeste, die wieder Nebenäste tragen, zeigt aber keine Membranen.

5) Die membranösen Ausbreitungen, welche den äußeren Verästelungen der Zellen bei den höheren Thieren zugeschrieben worden sind, die Körbe und Scheiden für die Körner bilden sollten, sind nicht vorhanden und wahrscheinlich durch Gerinnungen vorgetäuscht, welche die Osmiumsäure in der die Retina durchtränkenden Flüssigkeit hervorrief. Die Osmiumsäure ist überhaupt für die Untersuchung der Stützsubstanz der Retina äußerst ungeeignet, und läßt die wunderbarsten Bilder entstehen.

6) Die tangentialen Fulcrumzellen zerfallen in zwei Hauptabtheilungen; kernhaltige und kernlose, welche bei allen Wirbelthieren vorzukommen scheinen.

7) Die kernhaltigen liegen immer an der Grenze der inneren Körnerschichte und der äußeren granulirten oder bis in diese hinein. Die kernlosen, soweit sich das erkennen läßt, nach innen von jenen in der inneren Körnerschicht selbst, theilweise aber auch in die äußere granulirte hineinragend.

8) Beide Zellarten sind platt und liegen mit ihren Flächen parallel der Oberfläche der Retina. Die kernhaltigen tragen ihren Kern stark vorspringend an der inneren Fläche, die Kerne liegen somit noch sicher in der inneren Körnerschichte.

9) Die kernhaltigen Zellen sind bei allen untersuchten Thieren mehr oder weniger stark, manchmal recht stark verästelt. Die kernlosen sind theils unverästelt theils mehr oder weniger reich verästelt.

10) Beide Zellarten können in einfacher oder mehrfacher Schicht

liegen. Hiebei anastomosiren die Ausläufer der kernhaltigen Zellen bisweilen mit einander, bisweilen nicht. Die kernlosen Zellen scheinen niemals zu anastomosiren. Beide Zellarten bilden so durchlöcherte Platten, durch welche die nervösen Theile und die radialen Zellen hindurchtreten.

11) Die Form der beiden Zellarten, ihr relatives Größenverhältniß zu einander und zu den radialen Zellen ist bei den verschiedenen Thierklassen sehr konstant und charakteristisch. Die absolute Größe der Zellen ist oft sehr bedeutend, ich habe solche gefunden, bei denen die äußersten Spitzen der Ausläufer 0,3 ja 0,5 mm. auseinanderstanden.

12) Der Typus der Zellen bei den einzelnen Klassen ist nun folgender:

a) Fische.

Die kernhaltigen Zellen liegen in mehreren Schichten übereinander. Die innerste Schicht an der Grenze der inneren Körner- und der äußeren granulirten Schichte, die äußeren in die granulirte hineinragend. Die Ausläufer der ziemlich stark verästelten Zellen anastomosiren direkt mit einander. Die innerste Schicht enthält die schlanksten Zellen mit den zierlichsten Ausläufern, bisweilen in der That äußerst zierliche Zellen, so bei Maischolle, je weiter die Schichten nach Außen liegen, um so dicker und plumper werden die Zellkörper, um so kürzer die Fortsätze, dadurch werden die ganzen Zellen dann auch kleiner, und die Lücken, welche sie mit ihren Fortsätzen umschließen, enger, so daß die äußersten Schichten mitunter direkt einer kernhaltigen durchlöcherten Membran ähneln (Membrana perforata, Krause), während die inneren Schichten ein sehr weitmaschiges Netz bilden können. Bei Stör sind diese Zellen ganz besonders groß und plump, sonst aber durchaus ähnlich denen der Knochenfische.

Die kernlosen Zellen waren bei sämmtlichen untersuchten Fischen lange, platte, spindelförmige Fasern, ohne Verästelungen. Sie bilden eine feste Schicht indem sie sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen, so daß eine Art Filz entsteht. Zwischen ihnen bleiben kleine unregelmäßige Lücken. Diese so verfilzte Schicht legt sich wie es scheint unmittelbar an die innerste Schicht der kernhaltigen an. Bei Stör sind diese Zellen nicht besonders groß, nicht größer wie bei manchen Knochenfischen.

Das Größenverhältniß ist so, daß bei Stör die kernhaltigen Zellen der innersten Lagen die kernlosen an Durchmesser übertreffen, die der äußeren einen etwas geringeren Durchmesser besitzen. Die radialen Zellen erreichen mitunter die Länge der kernlosen, werden aber meist übertroffen.

Bei den Knochenfischen sind die kernlosen Zellen dagegen ziemlich viel größer im Durchmesser als die kernhaltigen aller Lagen, übertreffen auch die radialen Zellen, welche dann ihrerseits länger sind als die kernhaltigen tangentialen Zellen.

Bei allen weiteren Klassen liegen die kernhaltigen Zellen in einer Schicht und ihre Ausläufer anastomosiren nicht mit einander, sondern verflechten sich nur zu einem mehr oder minder dichten Filz in der äußeren granulirten Schicht.

b) Amphibien (Frosch, Kröte).

Die Zellen sind bei Weitem kleiner als bei den Fischen, die kleinsten von allen Thierklassen. Die kernhaltigen Zellen besitzen wenige kurze Ausläufer, die kernlosen sind sehr zart und nach beiden Enden etwas verästelt. Die radialen Zellen übertreffen an Größe beide tangentiale Zellarten, von denen dann wiederum die kernlosen größer sind als die kernhaltigen. Auf Schnitten habe ich nur die kernhaltigen sehen können, die zarten kernlosen zu erkennen, war unmöglich.

c) Amphibien (Chelonia, Emys).

Den beiden Schildkröten gemeinsam ist die Form und Größe der kernhaltigen Zellen. Sie sind mäßig stark verästelt und kleiner als bei den Fischen, größer als bei den Amphibien. Bei Chelonia größer als bei Emys. Sehr verschieden bei beiden sind aber die kernlosen Zellen. Bei Chelonia sind es lange, platte Spindeln, ganz ähnlich denen der Fische, nur daß hin und wieder eine an einem oder an beiden Enden eine ganz kurze Gabelung zeigt. Bei Emys dagegen sind sie viel kürzer und geben nach allen Richtungen mäßig lange Fortsätze ab, wobei indeß der Hauptkörper der Zelle doch immer noch eine spindelförmige Gestalt behält. Bei Chelonia erhält man an Zerzupfungspraeparaten noch ganz ähnliche verfilzte Platten wie bei den Fischen, bei Emys niemals.

Die radialen Zellen sind bei Chelonia bedeutend größer als die kernhaltigen, kleiner als die kernlosen Zellen, bei Emys bedeutend größer als beide, die kernlosen aber doch noch größer als die kernhaltigen. Bei Chelonia laufen die kernlosen Zellen, wie man auf dem Querschnitt sieht, durch die ganze Dicke der inneren Körnerschicht hin, bald mehr schief bald mehr den Schichten parallel.

d) Vögel.

Die tangentialen Fulcrumzellen der Vögel ähneln von denen aller untersuchten Thiere am meisten denen der Schildkröten und zwar denen von Emys. Die kernhaltigen Zellen sind sehr klein geworden, die kernlosen sind sehr zarte Gebilde, welche aber an Länge denen von Emys gleichkommen oder sie übertreffen. Auch bei ihnen ist immer, wie bei Emys, deutlich ein spindelförmiger Hauptkörper

zu erkennen, von dem nach beiden Seiten hin Ausläufer ausgehen, die sich auch selbst wieder verästeln können.

Die kernlosen Zellen übertreffen bei den Vögeln aber die radialen an Länge oder kommen ihnen doch gleich. Irgendwelche feste Schichtenbildung ist nicht zu sehen. Auf Querschnitten sind wohl die kernhaltigen nicht aber die kernlosen Zellen zu erkennen, und bei Schüttelpraeparaten trifft man beide nur einzeln an.

e) Säugethiere.

Bei diesen erreichen beide Zellarten die höchste Stufe der Entwicklung, was das Zellindividuum anlangt, an Masse der Zellen stehen die mehrfachen Lagen der Fische voran. Die kernhaltigen Zellen sind sehr reich verästelt und die Aeste von kolossaler Länge und großer Zierlichkeit. Von Kaninchen habe ich Zellen isolirt, welche zwischen den weitest auseinanderstehenden Aesten etwa 0,5 mm. maßen, und ganz ähnliche finden sich bei Hund, Katze, Pferd und vielen anderen. Da die Kerne dieser Zellen, welche man auf dem Querschnitt sieht, viel näher aneinander liegen als die Länge der Zellfortsätze beträgt, so verfilzen sich die Ausläufer verschiedener Zellen weithin miteinander, wie man das auch auf isolirten Stücken der äußeren granulirten Schicht deutlich sieht. Beim Menschen habe ich diese Zellen nur an Querschnitten constatiren können oder noch besser an kleinen Stückchen in Zerzupfungspraeparaten, welche Querschnitte repräsentirten, sie zu isoliren ist mir bei dem so schwer bekömmlichen Material noch nicht gelungen.

Auch die kernlosen Zellen sind sehr schön entwickelt, wenn auch wegen ihrer großen Zartheit schwer zu finden. Sie sind langgestreckt und an beiden Enden verästelt, bisweilen auch nach der Mitte hin mit seitlich abgehenden längeren Fortsätzen versehen. Sie sind immer noch größer, sowohl länger wie dicker als die der Vögel, trotzdem aber sehr schwer zu finden. Findet man sie auf einem Schüttelpraeparat, so liegen sie immer einzeln. Die radialen Zellen sind hier kleiner als die kernhaltigen und häufig auch als die kernlosen tangentialen, von diesen beiden die ersteren bedeutend größer als die letzteren.

13) Da diese Zellen so eigenthümlich characteristische Form- und Größenunterschiede bei den verschiedenen Thieren besitzen, so wäre es vielleicht möglich, sie als Leitfaden für die Auffindung phylogenetischer Verwandtschaften zu benutzen. Bei dem verhältnißmäßig geringen Material, das ich bis jetzt untersuchen konnte, kann ich natürlich nur diese Vermuthung aussprechen (als Stütze könnte wohl auch die oben hervorgehobene große Aehnlichkeit zwischen Reptilien und Vögeln dienen) ohne direkte Beweise dafür beibringen zu kön-

nen und noch weniger mich darauf einlassen, irgendwelche Verwandtschaftsverhältnisse zu statuiren.

14) Um die Art des Wachsthums der tangentialen Zellen zu studiren, untersuchte ich die Augen von neugeborenen Kätzchen. Es zeigte sich, daß die kernhaltigen Zellen am 1. Tage nach der Geburt noch sehr kurze und zarte Fortsätze und wenig Zellkörper um den Kern besaßen, daß aber ein sehr rasches Wachsthum statt hatte, so daß die Zellen etwa in 3 Wochen schon ziemlich ausgewachsen aussahen, und sie vom 1. Tage bis zum 13. Tage ungefähr auf das Doppelte ihrer Größe gekommen waren.

Die kernlosen Zellen konnte ich bei diesen kleinen Thieren nicht auffinden, was bei der Schwierigkeit sie beim erwachsenen Thiere zu sehen, nicht weiter auffallend ist. Immerhin wäre es sehr interessant gewesen zu sehen, ob sie in dieser Zeit schon kernlos seien oder noch Kerne besäßen.

15) Die innere Körnerschicht enthält also folgende verschiedene Gebilde:

a) die nervösen Körner und deren Fasern.

b) die Spongioblasten.

c) die kernhaltigen tangentialen Fulcrumzellen, wenigstens Zellkörper und Kern.

d) die kernlosen tangentialen Fulcrumzellen.

e) den Kern und den protoplasmatischen Theil des Zellkörpers der radialen Fulcrumzellen.

Die große Mehrzahl dieser Gebilde gehört der Stützsubstanz an, und von diesen Gebilden der Stützsubstanz liegen gerade wieder die wichtigsten Theile, die Kerne und die eigentlichen Zellkörper, in ihr. Man kann diese Schichte, die ja auch so recht in der Mitte der Retina gelegen ist, daher wohl als die Centralschicht für die Stützsubstanz auffassen. — Bei manchen niedriger stehenden Thieren tritt diese Stützsubstanzbedeutung (sit venia verbo) der inneren Körnerschichte auch direkt auf dem Querschnitte hervor, so bei Stör und Chelonia. Bei beiden liegen die tangentialen Fulcrumzellen durch die ganze Dicke der inneren Körnerschicht hin mit ihren Ausläufern, bei Stör noch in höherem Grade wie bei Chelonia. Während es bei dieser nur noch die kernlosen Zellen sind, die so hindurchlaufen, sind es bei Stör auch die kernhaltigen. Bei beiden machen die verhältnißmäßig wenigen inneren Körner den Eindruck des geduldeten, oder dessen, der sich seinen Platz erst erobern will, und erst mit der immer wachsenden Menge der nervösen Körner bei den höheren Thieren tritt dann die Stützsubstanz mehr und mehr zurück und wird von den nervösen Elementen schließlich so verdeckt, daß man Mühe hat, sie auf-

zufinden. Seinen Gipfelpunkt erreicht dieses Verhältniß beim Menschen, bei dem selbst die kernhaltigen tangentialen Fulcrumzellen, die bei den höheren Säugethieren auf dem Querschnitt immer noch deutlich hervortreten, nur noch mit Mühe zu erkennen sind.

16) In der äußeren granulirten Schicht liegen:

a) die Fasern der nervösen inneren Körner mit ihren Verästelungen, welche sich hier mit den Stäbchen- und Zapfenfasern verbinden.

b) die Ausläufer der tangentialen Fulcrumzellen resp. diese selbst, wo mehrere Lagen vorhanden sind.

c) die äußeren gewöhnlich verästelten Enden der radialen Fulcrumzellen, welche senkrecht oder schräg hindurchtreten.

d) die kleinen Körnchen der granulirten Schichte, welche überall dazwischen liegen, und auch den isolirten Theilen vermittelst der farblosen geronnenen Grundsubstanz gewöhnlich anhaften.

Alle diese Gebilde formen ein so enges Geflecht, verfilzen sich derartig mit einander, daß es gar nicht wunderbar erscheint, namentlich bei der Art der tangentialen Fulcrumzellen sich zu theilen und zu verästeln, daß bei Flächenansichten dieser Membran ein von Fasern gebildetes Netzwerk in ihr vorhanden zu sein scheint, namentlich da die kleinen Körnchen der granulirten Schicht durch Zwischen- und Darüberliegen das ganze Bild verschleiern. Ich halte daher die Annahme einer besonderen Membrana fenestrata (Krause) hier nicht für geboten. Daß auch selbst die Körnchen solche netzförmige Structur in ihrer Anordnung erkennen lassen werden, ist ja selbstverständlich, da sie die senkrecht oder schräg die Schicht durchsetzenden Gebilde zwischen sich hindurchlassen müssen.

Für sehr möglich halte ich es, daß bisher, namentlich bei der Retina der Säugethiere sehr viele von den feinen Aesten der tangentialen Fulcrumzellen in der äußeren granulirten Schicht für Nervenfasern gehalten worden sind, und so das Nervennetz hier viel reicher und dichter erschienen ist, als es in Wirklichkeit ist. In der That ist die Unterscheidung der betreffenden Theile auf dem Querschnitt auch nur möglich, wenn man längere Strecken verfolgen kann, am sichersten sind immer Schüttelpraeparate mit guter Isolirung der Elemente, resp. die Betrachtung ganz kleiner so gewonnener Dickentheilchen der Retina, welche eine Verfolgung der Fasern aus einer Schicht in die andere gestatten.